

УДК 551.58

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Мельник В.И.

Государственное учреждение «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды», г. Минск, Республика Беларусь, mel@hmc.by

The article analyzes the results of recent studies which show that in the Republic of Belarus notes some especially trends in the main climatic characteristics of the last two decades of warming (1989-1998gg. and 1999-2008gg. compared to the climate norm adopted by WMO for 1961 -1990 gg.). Given these trends usual climatic characteristics of the region, monitoring of climate change requires continuous learning and refinement.

Введение

Последствия изменения климата (теплые зимы, раннее наступление весенних процессов, увеличение продолжительности и теплообеспеченности вегетационного периода, увеличение повторяемости засух, волн тепла, высоких температур воздуха и др.) оказывают существенное влияние на погодозависимые отрасли экономики и требуют постоянного мониторинга изменения климата. В статье приведены изменения основных климатических характеристик за 1989-2015гг. по сравнению с климатической нормой, принятой ВМО (1961-1990гг.).

Основная часть

С начала XX века до конца 80-х годов на территории Республики Беларусь наблюдалось чередование кратковременных периодов потепления и непродолжительных периодов похолодания. В 1989 году в Беларуси наступил очередной период потепления, за который (1989-2015) среднегодовая температура воздуха превысила климатическую норму в среднем на $1,3^{\circ}\text{C}$. Этот период потепления не имеет себе равных по продолжительности и интенсивности за весь период метеорологических наблюдений в Республике Беларусь (рисунок 1).

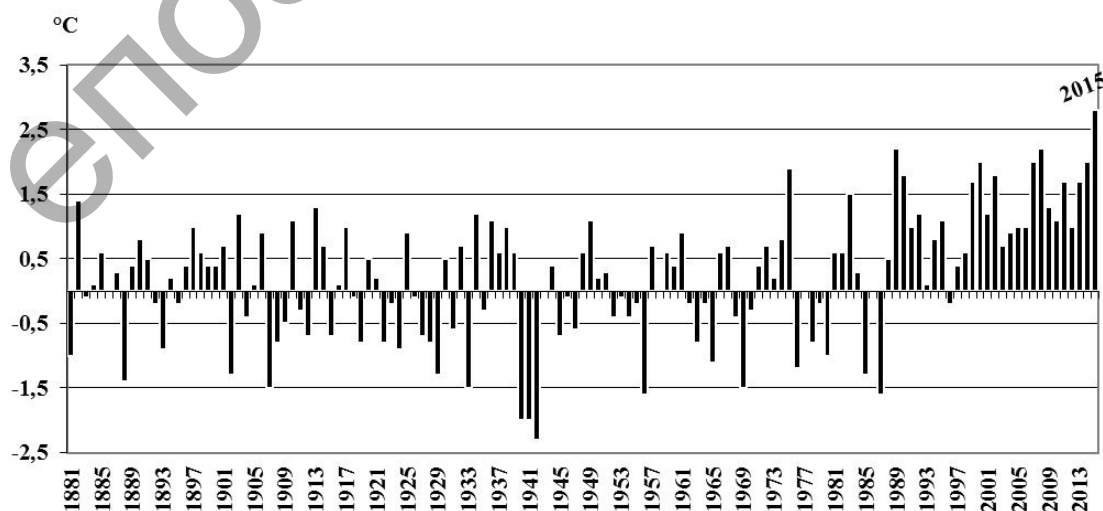


Рисунок 1 – Отклонение средней по Беларуси годовой температуры воздуха от климатической нормы ($+5,9^{\circ}\text{C}$) за период 1881-2015 гг.

На 1989-2015 гг. пришлось три самых теплых года за весь период метеорологических наблюдений на территории Беларуси, когда среднегодовая температура воздуха оказалась равной 8,0°C (1989, 2008 годы), что более чем на 2 °C выше климатической нормы, а также 2015 год, когда среднегодовая температура воздуха превысила климатическую норму на 8,5 0°C. За период потепления (1989-2015 гг.), в большей части месяцев года (за исключением мая, сентября и октября) более чем в 70% случаев были превышены максимальные месячные значения, достигнутые в предыдущие годы, и в 100% случаев – максимальные годовые значения температуры воздуха. За послевоенный период (с 1945г.) из 20-ти самых теплых лет 18 лет приходится на нынешний период потепления.

Повышение температурного режима произошло практически в каждом месяце (рисунок 2). Рост температуры воздуха наиболее значителен в зимние и первые весенние месяцы. Оценки изменения температуры воздуха и осадков по месяцам очень важно учитывать в сельскохозяйственном производстве, во многом зависящем от складывающихся погодных и климатических условий.

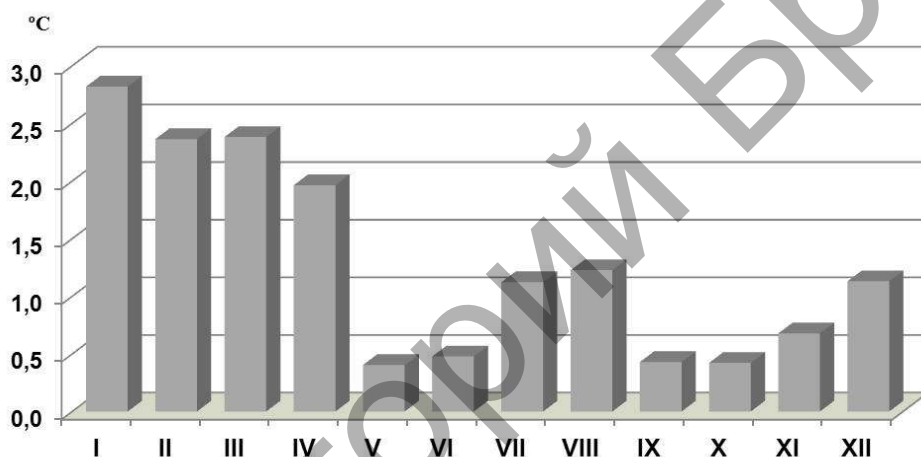


Рисунок 2 – Отклонение средней месячной температуры воздуха за период 1989-2015 г.г. от средних многолетних значений по Республике Беларусь

За последние 25 лет возросло число жарких дней с максимальной температурой воздуха $\geq 25^{\circ}\text{C}$ (рисунок 3), что оказывает влияние на условия произрастания различных сельскохозяйственных культур.

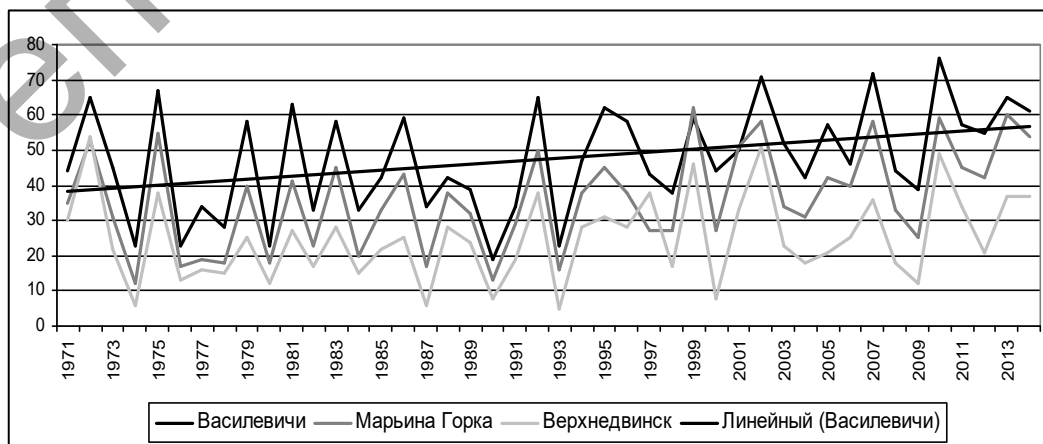


Рисунок 3 – Число жарких дней (с максимальной температурой воздуха +25°C и выше) по территории Беларуси

В ряде работ по изменению климата [1,2] уже отмечались некоторые особенности в тенденциях изменения основных климатических характеристик за последние два десятилетия потепления (1989-1998гг. и 1999-2008 гг. по сравнению с климатической нормой ВМО). За последнее десятилетие потепления (1999-2008 гг.) наблюдается существенное изменение годового хода температуры воздуха: снижение температуры в зимние месяцы (за исключением декабря) и заметный рост температуры воздуха в летние и осенние месяцы, что дает основание утверждать о смещении потепления на летние и осенние месяцы, а также декабрь. Полюс холода, как и было до потепления, сместился с декабря на январь. В целом по территории Беларуси второе десятилетие периода потепления (1999-2008 гг.) оказалось теплее первого на 0,5 °С (таблица 1).

Таблица 1 – Изменение средней годовой температуры воздуха по Беларуси за период потепления

Климатическая норма, °С за 1961-1990гг.	Средняя годовая температура воздуха, °С за период			
	1989-1998	1999-2008	1989-2008	1989-2015
5,9	6,7	7,2	6,9	7,2

Изменения температуры воздуха наблюдались практически во всех областях и особенно в летний и осенний периоды (таблица 2).

Таблица 2 – Изменение температуры воздуха по сезонам года по областям Республики Беларусь, по 10-летиям

Периоды потепления	Зима	Весна	Лето	Осень
Витебская область				
1989-98	-3.7	6.2	16.5	5.3
1999-2008	-4.0	6.4	17.4	6.5
Минская область				
1989-98	-3.2	6.8	17.0	5.8
1999-2008	-3.4	7.1	17.9	7.0
Гродненская область				
1989-98	-2.5	6.9	16.7	6.2
1999-2008	-2.8	7.3	17.7	7.4
Могилевская область				
1989-98	-4.0	6.6	16.9	5.2
1999-2008	-4.1	6.9	17.8	6.5
Брестская область				
1989-98	-2.1	7.7	17.4	6.7
1999-2008	-2.4	8.1	18.3	7.9
Гомельская область				
1989-98	-2.9	7.7	17.8	6.4
1999-2008	-3.0	8.1	18.8	7.4

Наблюдается значительное увеличение волн тепла (увеличение повторяемости, продолжительности и интенсивности) за период с 1989 по 2015 гг. До 1989 г. волны тепла в отдельно взятом пункте повторялись в среднем 5 раз в 10 лет или 8 волн за десятилетие, начиная с 1989 года, волны тепла повторяются 7 раз в 10 лет или 14 волн за десятилетие [3].

На территории Беларуси намечается тенденция увеличения продолжительности беззаморозкового периода. По сравнению с 1951-1990 гг. повторяемость лет с весенними и осенними заморозками уменьшилась на большинстве станций. Исключение составляет Гомельская область, где повторяемость ве-

сенних заморозков в мае на большинстве станций возросла, кроме третьей декады мая. За последние 25 лет увеличилась повторяемость лет с заморозками во второй декаде мая на большинстве метеостанций Республики Беларусь, на территории Гомельской и Могилевской областей – повсеместно. Осенью на большинстве станций в период потепления наблюдается уменьшение повторяемости заморозков в сентябре - третьей декаде октября, что является положительным фактором для сельского хозяйства [4]. Опасность осенних заморозков не столь значительна, так как увеличение температуры воздуха в весенние и летние месяцы определяет ускоренное созревание сельскохозяйственных культур.

Таблица 3 – Изменения основных показателей заморозков в воздухе по территории Республики Беларусь за периоды 1951-1990 и 1989-2013 гг.

Области	Разности дат наступления заморозков в воздухе		
	Последнего весной	Первого осенью	Увеличение продолжительности беззаморозкового периода
Витебская	5	4	9
Минская	5	3	8
Гродненская	7	3	10
Могилевская	2	2	4
Брестская	4	2	6
Гомельская	2	1	3

Анализ выпадения осадков показывает некоторое увеличение годового количества осадков по всей территории страны (на 104%). Наибольшее увеличение отмечено в Гомельской и Витебской областях, соответственно - 108 и 105%. В целом можно считать, что количество осадков за период потепления по территории Беларуси изменилось незначительно (рисунок 4).

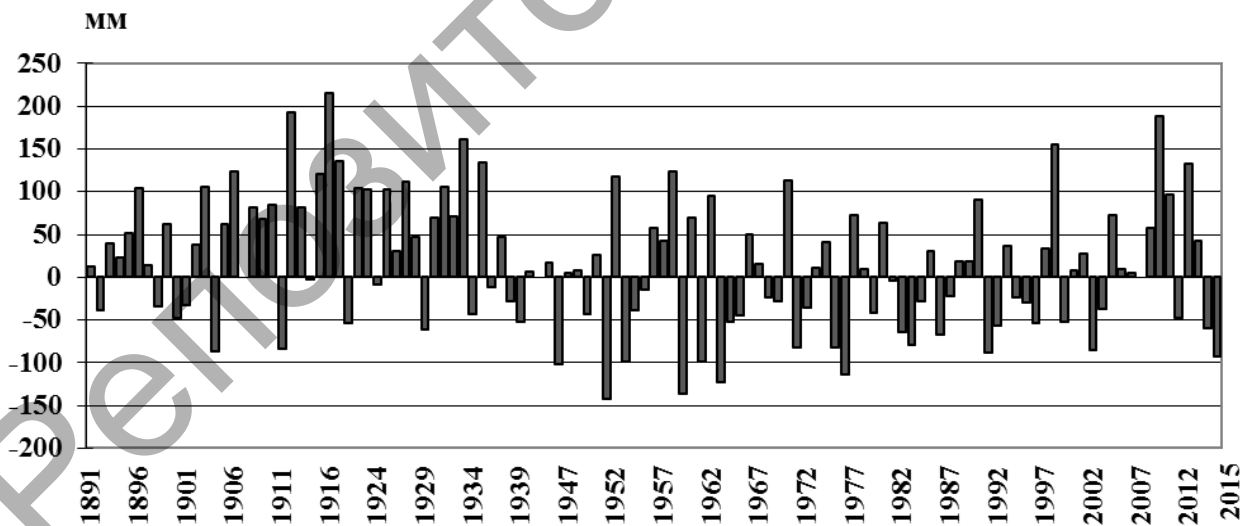


Рисунок 4 – Отклонение годовых сумм осадков за период 1881-2015 гг. по Республике Беларусь от климатической нормы (656 мм)

В среднем за последние двадцать лет в теплое время недобор осадков отмечен в апреле, июне, и особенно в августе – в республике их выпало соответственно 91%, 93% и 88% от нормы. Несколько больше нормы осадков наблюдалось в феврале, марте и октябре (рисунок 5).

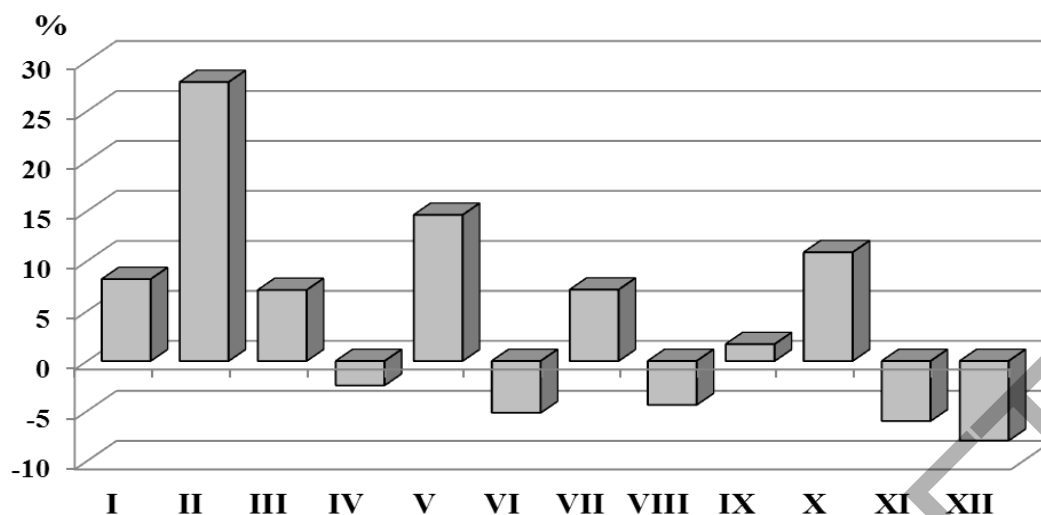


Рисунок 5 – Отклонение месячных сумм осадков за 1989-2015 гг. от климатической нормы по Республике Беларусь.

Однако в разрезе административных областей наблюдается как увеличение, так и уменьшение годового количества осадков (таблица.4).

Наибольшее увеличение годового количества осадков отмечено в Гомельской и Витебской областях (104%). Уменьшилось количество осадков в Могилевской и Брестской областях (97%).

Таблица 4 – Изменение количества осадков по сезонам года по областям Республики Беларусь, по 10-летиям

Периоды потепления	Количество осадков, мм			
	Зима	Весна	Лето	Осень
Витебская область				
1989-98	134	140	242	197
1999-2008	133	146	238	149
Минская область				
1989-98	120	141	227	171
1999-2008	126	146	235	133
Гродненская область				
1989-98	127	150	213	171
1999-2008	132	141	240	138
Могилевская область				
1989-98	101	133	215	181
1999-2008	115	136	231	135
Брестская область				
1989-98	104	131	204	160
1999-2008	117	133	236	122
Гомельская область				
1989-98	102	144	234	173
1999-2008	121	148	226	150

Можно отметить, что в среднем за первое и второе десятилетия периода потепления годовое количество осадков было немногим больше климатической нормы, при этом второе десятилетие оказалось более сухим, чем первое (таблица 5).

Таблица 5 – Изменение среднего годового количества осадков по территории Республики Беларусь за период потепления

Климатическая норма, °С за 1961-1990 гг.	Среднее годовое количество осадков, мм, за период			
	1989-1998	1999-2008	1989-2008	1989-2014
632	657	640	649	656

Последние исследования показали, что число дней с осадками на территории Беларуси за период потепления уменьшилось с 175 до 167 дней. Тенденции уменьшения числа дней с осадками отмечены как в холодный, так и в теплый периоды на большинстве метеорологических станций. Уменьшение общего числа дней с осадками произошло в основном из-за уменьшения числа дней с осадками от 0,1 до 0,4 мм [5].

За период потепления произошли изменения в величине гидротермического коэффициента (ГТК), что в целом говорит об увеличении засушливости в вегетационный период (рисунок 6).

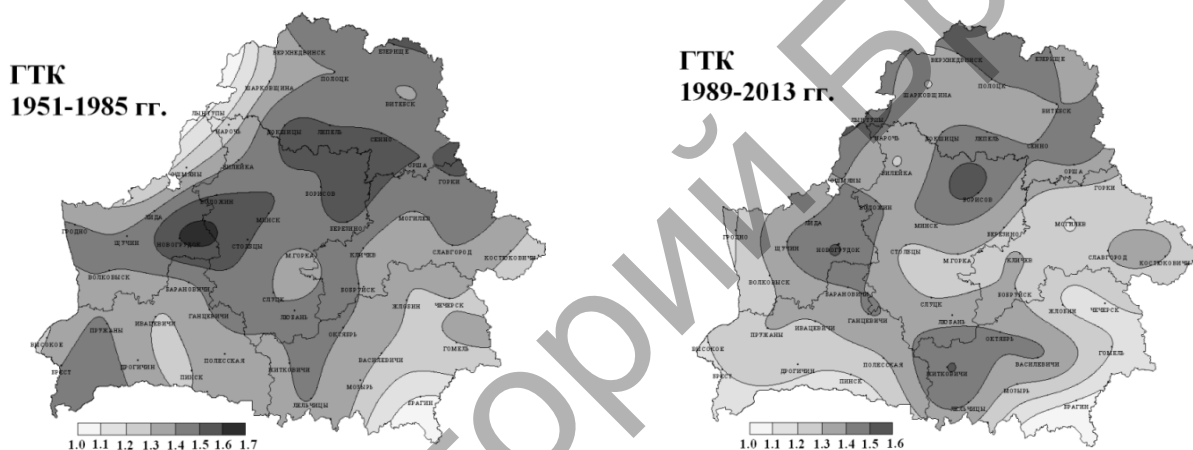


Рисунок 6 – Изменения гидротермического коэффициента (ГТК)

Число засух в период потепления климата увеличилось во всех без исключения областях Беларуси (рисунок 7). Особенно существенный рост числа засух произошел в Витебской области, что следует из теории климата: более выраженный рост температуры при потеплении климата наблюдается в высоких широтах.

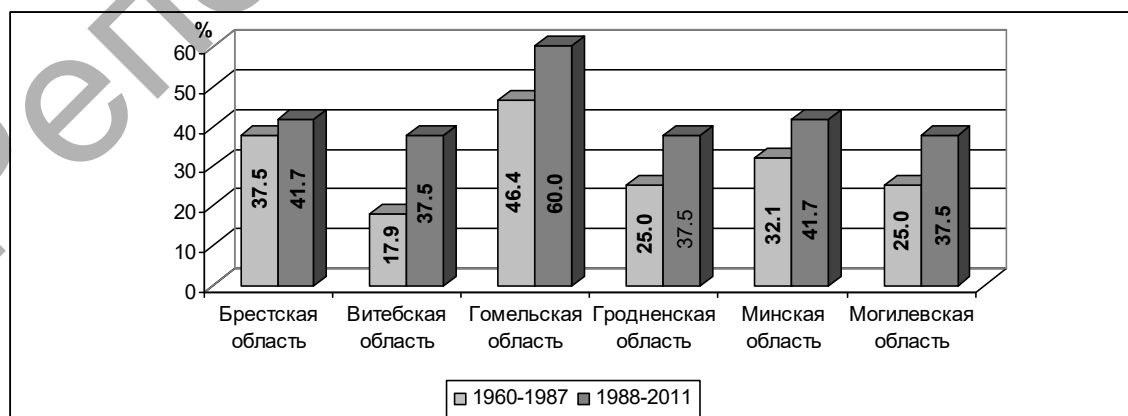


Рисунок 7 – Повторяемость засух в регионах Беларуси до потепления (1960-1987 гг.) и в период потепления климата (1988-2011 гг.) (по Логинову В. Ф.)

Теплообеспеченность сельскохозяйственных культур улучшилась. Произошло изменение границ агроклиматических областей – Северная агроклиматическая область распалась, а на юге Полесья образовалась Новая, более теплая агроклиматическая область (рисунок 8).

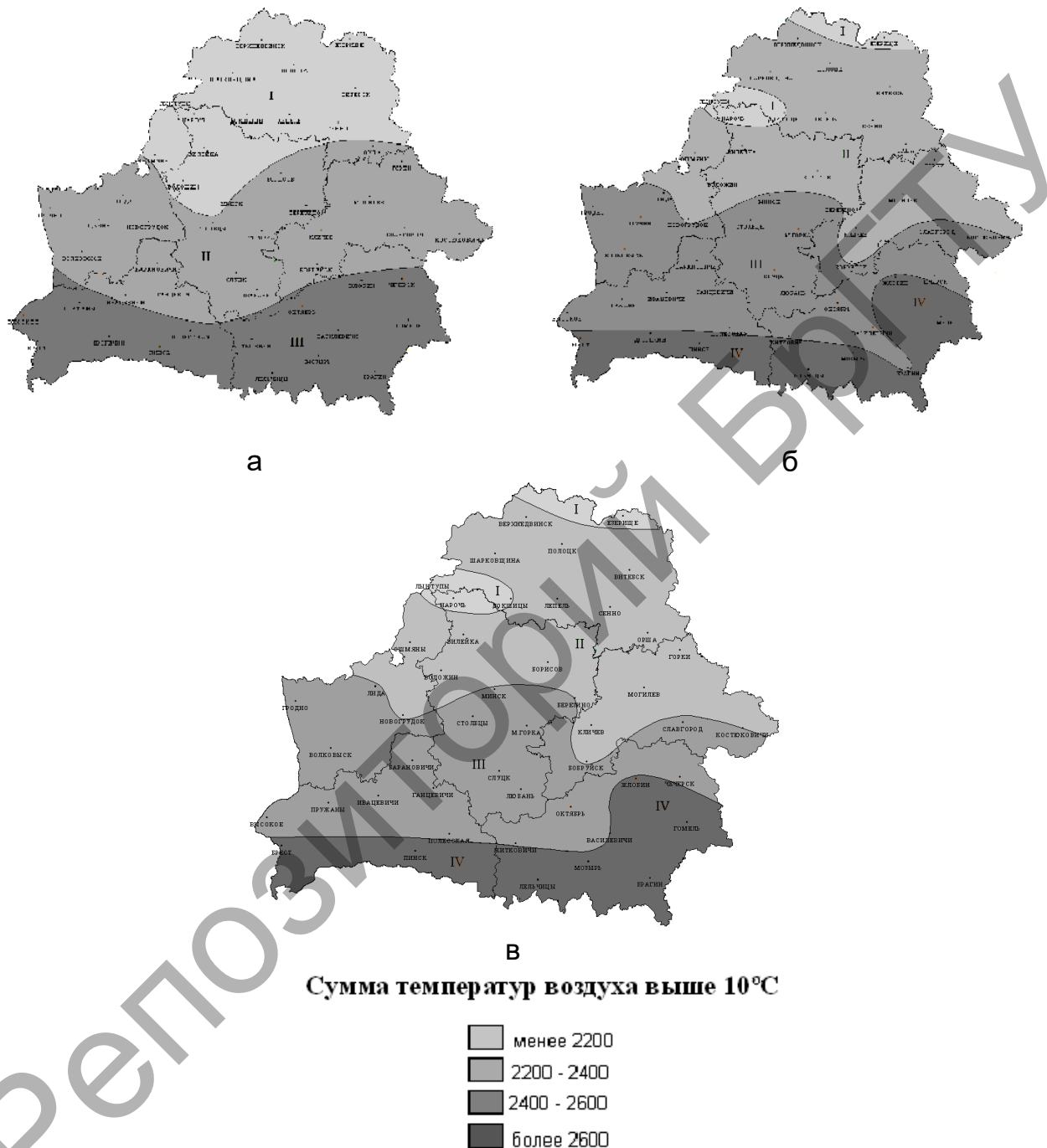


Рисунок 8 – Изменение границ агроклиматических областей Беларуси:

а) Границы агроклиматических областей по А.Х. Шкляру (1973 г).

б, в) Границы агроклиматических областей за период потепления 1989 - 2009г.г., 1989 - 2015г.г.

I – Северная, II – Центральная, III – Южная, IV – Новая.

По оценкам многих ученых и различным климатическим сценариям потепление климата в ближайшие десятилетия продолжится, что необходимо учитывать при разработке стратегии погодозависимых отраслей экономики [6-96].

Список литературы

1. Мельник, В.И. Особенности изменения климата на территории Республики Беларусь за последние десятилетия / В.И. Мельник, Е.В. Комаровская // Сборник научных трудов «Научно-методическое обеспечение деятельности по охране окружающей среды: проблемы и перспективы». – Минск: БелНИЦ «Экология». - 2011. С. 77-84.
2. Подгорная, Е.В. Особенности изменения климата на территории Республики Беларусь за последние десятилетия / Е.В. Подгорная, В.И. Мельник // Труды Гидрометеорологического - научно-исследовательского центра Росгидромета- вып.358 - Москва, 2015 - С. 112-120.
3. Клевец, Н.Н. Волны тепла в Беларуси / Н.Н. Клевец, В.И. Мельник, Е.В. Комаровская // Труды Гидрометеорологического - научно-исследовательского центра Росгидромета, вып.358,- Москва, 2015.- С. 59-66.
4. Кравцова, С.М. Изменение заморозков на территории Беларуси за период потепления / С.М. Кравцова, Е.В. Подгорная // Экологический вестник № 4(30)- Минск, 2014 - С. 57-66.
5. Комаровская, Е.В. Изменение числа дней с различным количеством осадков за период потепления / Е.В. Комаровская // Экологический вестник № 4(30), - Минск-2014 – С. 46-51.
6. Логинов, В.Ф. Изменения климата и их влияние на различные отрасли экономики. Аналитический доклад / В.Ф. Логинов. – Минск, 2013.
7. Мелешко, В.П. Изменения и изменчивость климата Северной Евразии в XXI веке: оценки, основанные на ансамбле МОЦАО. Прогнозирование и адаптация общества к экстремальным климатическим изменениям / В.П. Мелешко, В.М. Катцов, И.М. Школьник // Материалы международной конференции по проблемам гидрометеорологической безопасности. – М. – 2007. - С.97.
8. Мельник, В.И. Изменения климата и меры по адаптации отраслей к этим изменениям в Республике Беларусь / В.И. Мельник, Е.В. Комаровская // Материалы постоянно действующего семинара при Парламентском Собрании Союза Беларуси и России по вопросам строительства Союзного государства: Центр системного анализа и стратегических исследований НАН Беларуси - Минск -2010. – С. 169-176.
9. Мельник, В. И. Изменение климата и меры по адаптации сельского хозяйства к этим изменениям в Республике Беларусь / В.И. Мельник // Труды ФГБУ «ВНИИСХМ», 2013 -Вып.38.С.249-256.

УДК 551.5, 556.535

ПОВТОРЯЕМОСТЬ ЦИКЛОНОВ РАЗЛИЧНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ И ФОРМИРОВАНИЕ УСЛОВИЙ ВОЗНИКНОВЕНИЯ НАВОДНЕНИЙ НА РЕКАХ БЕЛАРУСИ

Партасенок И.С.¹, Мельник В.И.¹, Гройсман П.Я.²

¹ ГУ «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды», г.Минск, Республика Беларусь

² Университетской корпорации атмосферных исследований (UCAR) (Национальный центр климатических данных при Национальной администрации по океанам и атмосфере), г.Эшвилл, США

The article is supposed to give a results of calculations of cyclone frequency over territory of Belarus and their connection to the hydrometeorological conditions which led to the floods formation.

Введение

Одним из важнейших вопросов природопользования и безопасного проектирования объектов инфраструктуры является учет в хозяйственном планировании современных тенденций климатических и гидрологических характери-